

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4380418号
(P4380418)

(45) 発行日 平成21年12月9日 (2009. 12. 9)

(24) 登録日 平成21年10月2日 (2009. 10. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/223 (2006. 01)

H O 1 L 21/223 Y

H O 1 L 21/331 (2006. 01)

H O 1 L 29/72 P

H O 1 L 29/732 (2006. 01)

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2004-157414 (P2004-157414)
 (22) 出願日 平成16年5月27日 (2004. 5. 27)
 (65) 公開番号 特開2005-340503 (P2005-340503A)
 (43) 公開日 平成17年12月8日 (2005. 12. 8)
 審査請求日 平成19年5月28日 (2007. 5. 28)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100097445
 弁理士 岩橋 文雄
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (72) 発明者 曾田 茂穂
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 橘詰 真吾
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石英管内に半導体基板と不純物拡散源を設置する工程と、前記石英管を真空封入し、熱処理を行って前記半導体基板に不純物を導入する工程を備えた半導体装置の製造方法であって、前記拡散源は、第1の不純物を含む物質と第2の不純物を含む物質とを有し、前記第1の不純物を含む物質は前記第1の不純物を含まない物質で包むように構成され、前記第1の不純物を含む物質は弗化アルミニウム粉末であり、前記第2の不純物を含む物質はボロンを添加したシリコン粉末であり、前記不純物を含まない物質はノンドーブシリコン粉末であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記半導体基板に前記第1の不純物および前記第2の不純物が導入された領域はトランジスタのベース領域として機能することを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリコン基板中へ二種の不純物を同時に再現性よく拡散させるのに適した半導体装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

従来、シリコン基板に二種の不純物を拡散させる方法として、石英封管拡散法が広く知られている（例えば特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

石英封管拡散法には、例えば、拡散不純物として、シリコン粉末に固溶した元素と単体金属の二種の不純物を用いて、同時にシリコン基板に拡散する封管拡散法技術がある。この技術は、シリコン粉末に固溶した元素と単体金属の二種の不純物を封管内に入れた後、熱処理することによって、シリコン基板の片面に二種の不純物を拡散するものである。

【 0 0 0 4 】

図 4 は従来技術における石英管による封管拡散法の説明図である。

【 0 0 0 5 】

シリコン基板 1 を 3 0 0 s 1 並べ、その両側に拡散源となるボロン添加シリコン粉末 2、金属アルミニウム 6 を配置し、さらに基板間にも 1 0 0 s 1 間隔で配置する。この後、石英管 5 内を真空封止し、1 2 0 0 で 9 時間熱拡散を行う。しかるのち、シリコン基板 1 を取り出し再度 1 2 0 0 で 5 0 時間ドライブイン拡散を行う。

【 0 0 0 6 】

また、同じく特許文献 1 には次に示す別の技術も開示されている。この技術は拡散不純物として、シリコン粉末に固溶した元素とハロゲン化物の二種を封管内に入れた後、熱処理することによって、シリコン基板の片面に二種の不純物を拡散することができるとされている。

【 0 0 0 7 】

図 5 は従来技術の別の技術における石英管による封管拡散法の説明図である。

【 0 0 0 8 】

シリコン基板 1 を 3 0 0 s 1 並べ、その両側に拡散源となるボロン添加シリコン粉末 2、弗化アルミニウム 3 を配置し、さらに基板間にも 1 0 0 s 1 間隔で配置する。この後、石英管 5 内を真空封止し、1 2 0 0 で 9 時間熱拡散を行う。しかるのち、シリコン基板 1 を取り出し再度 1 2 0 0 で 5 0 時間ドライブイン拡散を行う。

【 0 0 0 9 】

上記の従来技術のように単に単体金属を用いるのではなく、ハロゲン化物を用いることで、金属元素の蒸気圧よりも高い蒸気圧となり、封管内での濃度差を少なくし、拡散深さのばらつきを少なくすることができるとされている。

【特許文献 1】特開平 5 - 3 4 7 2 6 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

上記した封管内に単体金属を封入する方法では、シリコン粉末に固溶した元素として、シリコン中にリンもしくはボロンを添加させた粉末が用いられ、単体金属としてはアルミニウムもしくはガリウムが用いられることが多い。しかしながら、金属のアルミニウムもしくはガリウムの蒸気圧は低いため、封管内に金属元素を配置し、熱処理した場合、蒸発が進まず封管内で濃度差を生じ、その結果、アルミニウムもしくはガリウムの拡散深さ、拡散長にばらつきを生じやすいという問題があった。

【 0 0 1 1 】

また、封管内にハロゲン化物を封入する方法では、シリコン粉末に固溶した元素として、シリコン中にリンもしくはボロンを添加させた粉末が用いられ、ハロゲン化物としてはハロゲン化アルミニウムもしくはハロゲン化ガリウムが用いられる。しかしながら、蒸気圧の極めて高いハロゲン化物を用いることにより、蒸発が急激に進み封管内で濃度差を生じ、アルミニウムもしくはガリウムの拡散深さ、拡散長にばらつきを生じやすいという問題があった。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明の目的は、シリコン基板へ二種類の不純物を同時に封管拡散させる際の拡散層のばらつき、すなわち表面濃度や拡散深さについて、特にアルミニウムの拡散深さ

10

20

30

40

50

のばらつきを減少させる方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明の半導体装置の製造方法は、石英管内に半導体基板と不純物拡散源を設置する工程と、前記石英管を真空封入し、熱処理を行って前記半導体基板に不純物を導入する工程を備えた半導体装置の製造方法であって、前記拡散源は、第1の不純物を含む物質と第2の不純物を含む物質とを有し、前記第1の不純物を含む物質は前記第1の不純物を含まない物質で包むように構成され、第1の不純物を含む物質は弗化アルミニウム粉末であり、第2の不純物を含む物質はボロンを添加したシリコン粉末であり、不純物を含まない物質はノンドープシリコン粉末である。

10

【0015】

また、前記半導体基板に前記第1の不純物および前記第2の不純物が導入された領域はトランジスタのベース領域として機能することが好ましい。

【発明の効果】

【0016】

上記本発明の半導体装置の製造方法によれば、不純物源として用いられる蒸気圧の極めて高いハロゲン化アルミニウムを不純物が添加されていないシリコン粉末で包囲することで、ハロゲン化アルミニウムの蒸発を抑制でき、蒸気圧調整が図れることにより、封管内での濃度差を少なくでき、ウエハ面内及び面間での不純物拡散深さのばらつきを大幅に低減することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0018】

図1は本発明の実施の形態における石英管による封管拡散法の説明図である。

【0019】

シリコン基板1を300s1並べ、その両側に拡散源となるボロン添加シリコン粉末2、弗化アルミニウム3、ノンドープシリコン粉末4を配置し、さらに基板間にも100s1間隔で配置する。この後、石英管5内を真空封止し、1200で9時間熱拡散を行う。しかるのち、シリコン基板1を取り出し再度1200で50時間ドライブイン拡散を行う。

30

【0020】

図2は本発明の実施の形態における封管拡散法を適用したメサ型半導体装置の断面図である。

【0021】

上記ドライブイン処理後に得られたp型ベース領域9の表面濃度は $5.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であり、ボロンの拡散深さは28 μm 、アルミニウムの拡散深さは55 μm であった。次いで、選択的にリンを拡散させて拡散深さ16 μm 、表面濃度 $4.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のエミッタ拡散領域10を形成する。そして上記ベース領域9とエミッタ拡散領域10の上には二酸化珪素膜11を形成する。しかるのち、メサ溝形成領域の二酸化珪素膜を公知のフォトリソグラフィとウエットエッチングあるいはドライエッチングにより除去し、室温以下に冷却された弗酸：硝酸：酢酸の混合液中で、水平揺動を行いながらエッチング処理して、メサ溝を形成する。

40

【0022】

その後、スピンコーティング法により、アルミナ、二酸化珪素、酸化鉛からなるガラス粉末と感光性物質の混合液を厚み設定が100 μm になるように塗布する。次に、露光・現像して塗布膜をパターンニングし、電極形成部で塗布膜を除去し、メサ溝部のみに塗布膜を残るようにする。しかるのち、まず400、30分の酸化雰囲気中で感光性物質を燃焼させて、メサ溝部にガラス粉末を残す。次いで、酸素、窒素雰囲気中で、900程度、15分間の熱処理を行い、ガラス粉末を焼成してガラス被膜12を形成する。最後に、ベ

50

ース電極 13、エミッタ電極 14 とコレクタ電極 15 をそれぞれ形成し、メサ型半導体装置を得る。

【0023】

本実施の形態によれば、蒸気圧の高い弗化アルミニウムを包囲するようノンドープシリコン粉末を配置することで、ハロゲン化アルミニウムの過度の蒸発を抑制でき、石英封管内のA1蒸気の濃度差を少なくできるので、シリコン基板の面内および面間での不純物拡散のばらつきを大幅に低減することができる。

【0024】

本実施の形態におけるNPNトランジスタ直流電流増幅率のばらつきを図3に示す。本実施形態の封管法はトランジスタのベース領域を形成する工程で使用した。

10

【0025】

なお、比較として、図3には、従来の技術、即ち不純物源としてボロン添加シリコン粉末と金属アルミニウムを用いてベース拡散層を形成したNPNトランジスタ、従来の別の技術、即ち不純物源としてボロン添加シリコン粉末とノンドープシリコンで包囲されていない弗化アルミニウムを用いてベース拡散層を形成したNPNトランジスタ直流電流増幅率のばらつきも示した。

【0026】

図3に示すように、本実施の形態によれば、従来の拡散法で形成したトランジスタに比べて直流電流増幅率のばらつきを大幅に低減することがわかった。このことにより、製品の特性が安定化し、製造歩留を向上させることができる。

20

【0027】

なお、本実施の形態ではメサ型NPNバイポーラトランジスタを例にとって説明したが、それ以外のデバイス、例えば通常のバイポーラトランジスタに適用しても本発明の効果は得られる。

【0028】

また、シリコン基板の間に配置される不純物拡散源の位置は任意に設定されるものである。

【産業上の利用可能性】

【0029】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、不純物の拡散ばらつきを低減でき、バイポーラトランジスタ等の製造方法として有用である。

30

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の実施の形態における石英管による封管拡散法の説明図

【図2】本発明の実施の形態における封管拡散法を適用したメサ型半導体装置の断面図

【図3】本発明の実施の形態におけるNPNバイポーラトランジスタの直流電流増幅率のばらつきを示す図

【図4】従来の技術における石英管による封管拡散法の説明図

【図5】従来の別の技術における石英管による封管拡散法の説明図

【符号の説明】

40

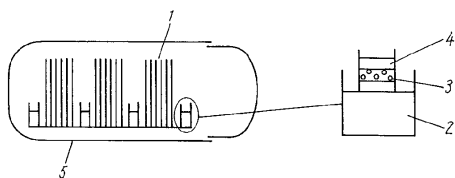
【0031】

- 1 シリコン基板
- 2 ボロン添加シリコン粉末
- 3 弗化アルミニウム
- 4 ノンドープシリコン粉末
- 5 石英管
- 6 金属アルミニウム
- 7 n型半導体領域(コレクタ領域)
- 8 n⁺型半導体領域(コレクタ領域)
- 9 p型半導体領域(ベース領域)

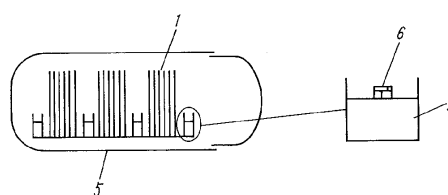
50

- 1 0 n^+ 型半導体領域（エミッタ領域）
- 1 1 二酸化珪素
- 1 2 ガラス保護膜
- 1 3 ベース電極
- 1 4 エミッタ電極
- 1 5 コレクタ電極

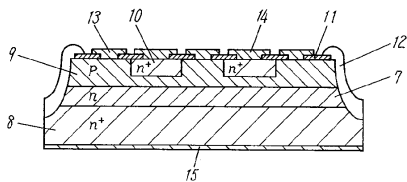
【図 1】



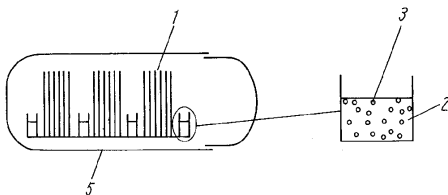
【図 4】



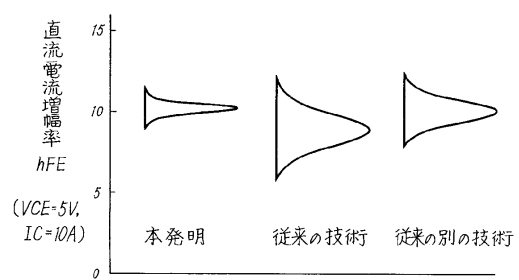
【図 2】



【図 5】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 秀和
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 河本 充雄

(56)参考文献 特開昭 6 2 - 2 5 2 1 3 2 (J P , A)
特開平 0 5 - 3 4 7 2 6 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 2 2 3
H 0 1 L 2 1 / 3 3 1
H 0 1 L 2 9 / 7 3 2